

PENGENDALIAN KUALITAS DENGAN MENGGUNAKAN DIAGRAM KONTROL MEWMA DAN PENDEKATAN *LEAN SIX SIGMA* DI PT. XYZ

Surya Aditya¹, A. Jabbar M. Rambe², Khawarita Siregar²

Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara

Jl. Almamater Kampus USU, Medan 20155

Email : adityasurya946@gmail.com

Email : jabbar.rambe@yahoo.com

Email : khawarita@usu.ac.id

Abstrak. Persaingan globalisasi industri manufaktur yang berdiri dengan menghasilkan produk yang sejenis, mengakibatkan terjadinya persaingan yang semakin ketat antar perusahaan, dalam menghasilkan produk yang berkualitas, sehingga membuat setiap perusahaan harus dapat bersaing secara global baik di pasaran nasional maupun pasar internasional untuk dapat meningkatkan pemasaran produk yang dihasilkan. Data pengamatan pendahuluan yang diperoleh di PT. XYZ produk yang dihasilkan untuk setiap periode mencapai antara 2.500-4.000 unit produk. Salah satu data produksi produk *sprocket gear* yang menjadi objek penelitian, diperoleh data produksi pada bulan Maret 2013 sebanyak 3.050 unit dengan jumlah kecacatan mencapai sebesar 15% dari jumlah produksi atau mencapai 458 unit produk cacat. Keadaan ini mempengaruhi kualitas produk yang dihasilkan PT. XYZ untuk dapat bersaing dengan perusahaan sejenis. Penerapan diagram kontrol MEWMA (*Multivariate Exponential Weighted Moving Average*) dan pendekatan dengan menggunakan metode *Lean Six Sigma* yang menitikberatkan kepada pengurangan *lead time* dan kecacatan produk selama proses produksi berlangsung. Diagram kontrol MEWMA menunjukkan hasil bahwa data kecacatan variabel tersebar berdasarkan distribusi normal dan berada pada batas kontrol MEWMA dengan nilai ARL = 200 dan UCL = 12,78, namun tingkat sigma perusahaan dalam produksi produk *sprocket gear* diperoleh nilai sigma sebesar 3,00. Hal ini menunjukkan bahwa untuk setiap 1.000.000 unit kali produksi kemungkinan terjadinya kecacatan adalah 70.675 unit. Hasil perhitungan tingkat sigma perusahaan masih jauh dibawah rata-rata untuk tingkat sigma dalam persaingan global perusahaan manufaktur sejenis, yaitu 4,0-4,5 sigma.

Kata Kunci : *Pengendalian Kualitas, MEWMA, Lean Six Sigma, SIPOC, Value Stream Mapping.*

Abstract. The globalization of competition in industrial manufacturing that stand to produce homogenous products resulted in increased competition between companies in producing a quality product, so as to make every company should be able to compete globally in the market both nationally and internationally to improve the marketing of the resulting products. Preliminary observations based on the data obtained in PT XYZ, products produced in each period reached between 2500-4000 units, one sprocket gear production data products are the object of research, production data obtained in March 2013 as many as 3050 units by the number of disability of 15% of total production or reached 458 units defect. It can affect the quality of the products produced in PT XYZ to be able to compete with similar companies. The application of MEWMA control charts (multivariate exponential weighted moving average) and the approach of using lean six sigma method that focuses on the reduction of lead time and product defects during the production process. MEWMA control diagram shows the results of that data is scattered disability variable and are based on a normal distribution in the limit mewma control value ARL = 2000 and UCL = 12.78, but the company's level of sigma in the production of gear sprocket sigma value of 3.00 is obtained. It shows that for each production possibility 1000000 times disability is 70 675. It shows the company's level of sigma is still below the average for sigma levels in the competitive global in similar manufacturing companies, ie 4.0-4.5 sigma.

Keywords : *Quality Control, MEWMA, Lean Six Sigma, SIPOC, Value Stream Mapping*

¹ Mahasiswa, Departemen Teknik Industri ,Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara.

² Dosen Pembimbing, Departemen Teknik Industri ,Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara.

1. PENDAHULUAN

Zaman Era globalisasi banyak sekali industri manufaktur yang berdiri dengan menghasilkan produk yang sejenis. Kondisi seperti ini mengakibatkan terjadinya persaingan yang semakin ketat antar perusahaan, dalam menghasilkan produk yang berkualitas, sehingga membuat setiap perusahaan harus dapat bersaing secara global baik di pasaran nasional maupun pasar internasional untuk dapat meningkatkan pemasaran produk yang dihasilkan. Harapan pelanggan akan produk yang dihasilkan juga semakin meningkat baik dari segi kuantitas maupun kualitas, maka setiap perusahaan hendaknya secara terus-menerus meningkatkan kualitas perusahaannya dengan selalu berusaha untuk meminimalisasi ketidaksesuaian, pemborosan, dan meningkatkan efisiensi dari keseluruhan proses produksi perusahaan.

PT. XYZ merupakan perusahaan yang bergerak dibidang mekanisasi, perbaikan dan pembuatan atau pabrikasi alat-alat pabrik CPO dan di bidang *civil engineering*. PT. XYZ cenderung untuk mengutamakan kualitas produk dan ketepatan waktu penyerahan produk ke konsumen di mana hal ini menjadi keunggulan yang paling utama dibandingkan dengan perusahaan yang sejenis.

Berdasarkan data pengamatan pendahuluan yang diperoleh di PT. XYZ produk yang dihasilkan untuk setiap periode mencapai antara 2.500-4.000 unit produk. Salah satu data produksi produk *sprocket gear* yang menjadi objek penelitian, diperoleh data produksi pada bulan Maret 2013 sebanyak 3.050 unit dengan jumlah kecacatan mencapai sebesar 15% dari jumlah produksi atau mencapai 458 unit produk cacat. Hal ini dapat mempengaruhi kualitas produk yang dihasilkan PT. XYZ untuk dapat bersaing dengan perusahaan sejenis. Jenis kecacatan yang terjadi terbagi dalam dua jenis, yaitu kecacatan variabel dan kecacatan atribut. Selama proses produksi produk *sprocket gear* pada berlangsung terjadinya *rework* pada produk yang cacat secara variabel, *rework* pada produk cacat menyebabkan terjadinya *waste* pada waktu siklus produksi, sehingga membuat waktu siklus semakin panjang.

Hal ini disebabkan dari berbagai macam faktor diantaranya konsentrasi operator yang tidak fokus, kelalaian operator, lingkungan kerja yang kurang nyaman, dan kurangnya pengawasan di lantai produksi. Permasalahan kecacatan dan *rework* yang inilah yang menjadi permasalahan utama pada PT.

XYZ dalam memproduksi produk *sprocket gear*. (Hesti Sabrina, 2005)

Perusahaan harus memperbaiki kinerjanya agar tetap unggul dalam menghadapi persaingan tersebut. Perbaikan yang dapat dilakukan oleh perusahaan adalah mengurangi pemborosan (*waste*) yang terjadi selama proses produksi. Adapun pemborosan (*waste*) yang terdapat pada perusahaan pada saat ini yaitu terdapatnya beberapa kegiatan yang tidak bernilai tambah (*non value added activities*) dan kecacatan produk yang terjadi selama proses produksi berlangsung yang tidak sesuai dengan spesifikasi produk.

Penerapan diagram kontrol MEWMA (*Multivariate Exponential Weighted Moving Average*) dan pendekatan dengan menggunakan metode *Lean Six Sigma* yang menitikberatkan kepada pengurangan *lead time* dan kecacatan produksi selama proses produksi berlangsung. Metode *Lean Six Sigma* ini merupakan pendekatan sistematis untuk mendefinisikan dan menghilangkan pemborosan (*waste*) atau aktivitas-aktivitas yang tidak bernilai tambah (*non value added activities*) melalui peningkatan secara terus-menerus secara radikal untuk mencapai tingkat kinerja enam sigma. Perusahaan dapat memperbaiki permasalahan yang terjadi selama proses produksinya berlangsung sehingga loyalitas para pelanggan tetap terjaga.

Perusahaan dikatakan berkualitas apabila memiliki sistem produksi yang baik dengan proses yang terkendali. Salah satu pendekatan yang dapat memenuhi tujuan tersebut adalah pendekatan *Lean Six Sigma*. Melalui metode *Define, Measure, Analyze, Improve*, dan *Control* (DMAIC) dalam pendekatan *Lean Six Sigma*, maka perusahaan dapat mengidentifikasi *waste* yang terjadi di sepanjang *value stream* yaitu kegiatan-kegiatan tidak bernilai tambah (*non value added activities*) seperti kegiatan pemindahan dan menunggu, serta jumlah kecacatan produksi yang terjadi, sehingga akan meningkatkan kecepatan proses dan kualitas produksi pada perusahaan (Prastyawati, 2009).

2. METODE PENELITIAN

Objek penelitian adalah produk *Sprocket gear Rexton, Metric 160-2,56 in (65,02 mm) Pitch, Simplex* yang di produksi di PT. XYZ.

Pada penelitian ini, teknik pengumpulan data yang dilakukan adalah berupa, teknik dokumentasi, yakni dengan memperoleh data mengenai perusahaan berupa dokumen-dokumen yang mendukung

pengerjaan laporan dengan instrumen penelitian tabel pencatatan data dan teknik kepustakaan, yakni dengan membaca buku-buku dan jurnal-jurnal yang berkaitan dengan penerapan Diagram Kontrol MEWMA dan Pendekatan *Lean Six Sigma*.

Berdasarkan cara memperolehnya maka sumber data yang diperoleh dari penelitian ini adalah data primer yaitu, data kecacatan produk secara variabel dan atribut, data waktu siklus operator dan waktu muat mesin. Data sekunder yang digunakan adalah data aliran proses dan data jumlah permintaan produk *sprocket gear* periode Maret 2013.

Prosedur Pelaksanaan penelitian dilakukan dengan mengikuti beberapa tahapan yaitu, Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan pendekatan *Lean Six Sigma* dengan metode DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*).

1. Tahap *Define*, pada tahap awal ini akan dilakukan pemilihan produk yang akan dijadikan focus dalam penelitian ini, pembuatan *project statement*, pemilihan produk, penggambaran proses produksi produk meliputi diagram SIPOC dan *value stream mapping*, identifikasi kebutuhan pelanggan (*Voice of Customer*) dan identifikasi masalah yang diselesaikan.
2. Tahap *Measure*, tahap ini akan dimulai dengan pengukuran waktu siklus dan perhitungan waktu baku yang dibutuhkan untuk melakukan kegiatan produksi, kemudian dilakukan perhitungan *total manufacturing lead time*. Perhitungan DPMO (*Defects Per Millions Opportunities*) dan perhitungan tingkat sigma. Pembuatan Diagram Kontrol variable MEWMA (*Multivariate Exponential Weighted Moving Average*) dan pembuatan diagram kontrol atribut Peta p dan Peta u.
 - a. Pengukuran karakteristik kualitas, dari data historis kualitas produk pada bagian *quality control*, dapat dilakukan pengukuran secara langsung untuk mendapatkan produk cacat berdasarkan kriteria yang ada pada proses produksi *Sprocket gear Rexton, Metric 160-2,56 in (65,02 mm) Pitch, Simplex*.
 - b. Perhitungan Diagram Kontrol MEWMA, menentukan batas kontrol atas dan batas kontrol bawah berdasarkan karakteristik data kualitas produk yang telah diperoleh.
 - c. Distribusi Normal, pemeriksaan asumsi distribusi normal dengan menggunakan uji *chi-square* dilakukan dengan hipotesis :

$$H_0 : \text{Data berdistribusi normal}$$

$$H_1 : \text{Data tidak berdistribusi normal}$$

Analisis pemecahan masalah dilakukan terhadap hasil pengolahan data :

1. Tahap *Analyze*, analisis terdiri atas dua bagian yaitu analisis proses produksi dari sudut pandang *Lean* dan analisis proses produksi dari sudut pandang *Six Sigma*. Analisis dari sudut pandang *Lean* lebih berfokus pada pengidentifikasian pemborosan dan analisis aliran proses yang terjadi dalam proses produksi.
2. Tahap *Improve*, tahap ini akan dilakukan usulan-usulan perbaikan untuk memecahkan masalah yang ada setelah masalah tersebut diidentifikasi, diukur dan dianalisis. Usulan-usulan perbaikan tersebut akan diestimasi untuk memperoleh nilai perbaikan dari keseluruhan usulan yang ada dan hasil peningkatan.
3. Tahap *Control*, tahap ini akan dilakukan suatu usaha pengendalian berupa prosedur kerja.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Tahap Define

1. *Project Statement*

- a. *Business Case* (Masalah Perusahaan), waktu penyelesaian proses produksinya, yang disebabkan oleh banyaknya pemborosan dan kecacatan produk yang dihasilkan selama proses produksi berlangsung.
- b. *Problem Statement* (Pernyataan Masalah), masalah yang ditemukan dalam perusahaan adalah banyaknya pemborosan yang terjadi selama proses produksi dan kecacatan produk.
- c. *Project Scope* (Ruang Lingkup Proyek), proses produksi *spare part Sprocket gear Rexton, Metric 160-2,56 in (65,02 mm) Pitch, Simplex* selama bulan Maret 2013.
- d. *Goal Statement* (Pernyataan Tujuan), mengurangi kegiatan-kegiatan yang tidak bernilai tambah (*non value added*) dan meminimisasi jumlah kecacatan produk.
- e. *Project Timeline* (Batas Waktu Proyek), waktu pengerjaan penelitian dimulai dari bulan Maret 2013.

2. *Pemilihan Produk*

Pemilihan ini didasarkan pada data jumlah permintaan pelanggan kepada perusahaan pada bulan Maret 2013. Grafik jumlah permintaan produk pada bulan Maret 2013 berdasarkan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Permintaan Produk Maret 2013

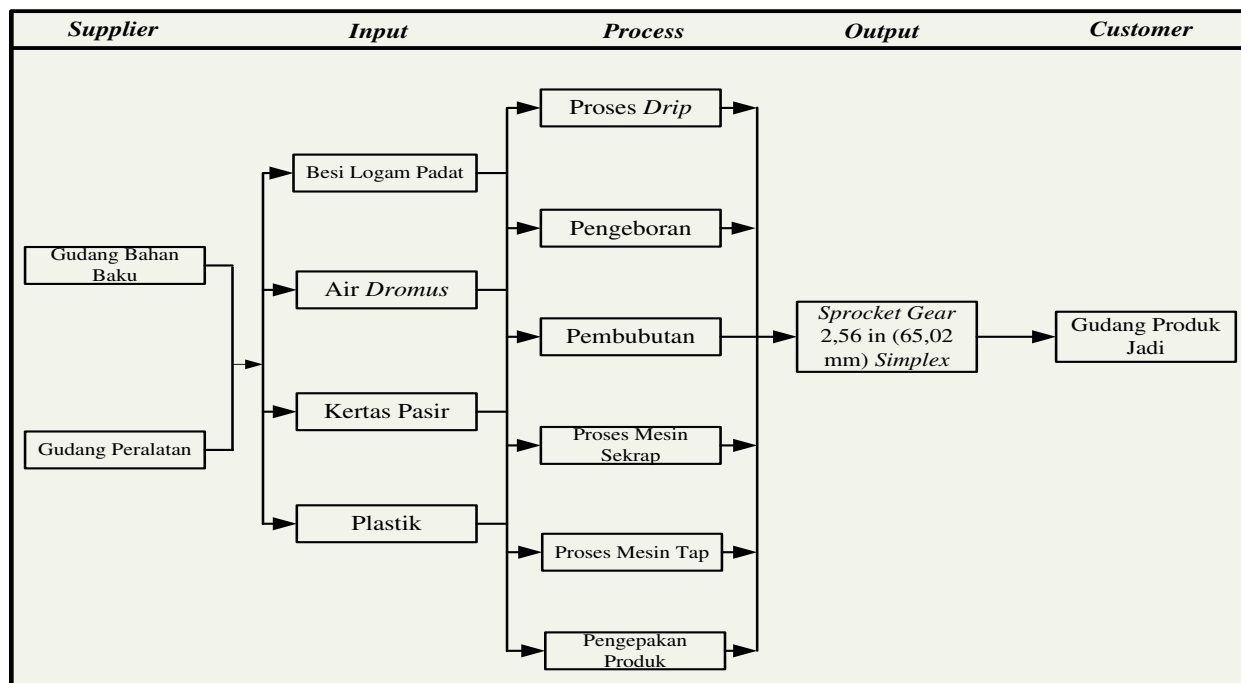
Jenis Produk	Jumlah Permintaan (unit)
<i>Sprocket gear</i> Rexton, Metric 120-2-1,500 in (38,10 mm) <i>Pitch, Duplex</i>	1.530
<i>Sprocket gear</i> Rexton, Metric 140-1,750 in (44,45 mm) <i>Pitch, Simplex</i>	2.250
<i>Sprocket gear</i> Rexton, Metric 160-2,000 in (50,80 mm) <i>Pitch, Duplex</i>	2.150
<i>Sprocket gear</i> Rexton, Metric 160-2,56 in (65,02 mm) <i>Pitch, Simplex</i>	3.050

Tabel 1 menunjukkan jumlah produksi pada periode Maret 2013, pada tabel tersebut menunjukkan bahwa produk *Sprocket gear Rexton, Metric 160-*

2,56 in (65,02 mm) *Pitch, Simplex*, memiliki jumlah permintaan paling tinggi sebanyak 3.050 unit. Produk yang akan menjadi objek penelitian adalah produk yang memiliki jumlah permintaan paling tinggi.

3. Diagram SIPOC (*Supplier-Input-Process-Output-Customer*)

Diagram SIPOC menggambarkan informasi mengenai *Supplier, Input, Process, Output*, dan *Customer* yang terlibat dalam proses produksi. Diagram SIPOC untuk proses produksi *Gear Rexton, Metric 160-2,56 in (65,02 mm) Pitch, Simplex* dapat dilihat pada Gambar 1.

**Gambar 1. Diagram SIPOC Proses Produksi *Sprocket gear***

Elemen-elemen yang digunakan dalam diagram ini yang telah ditunjukkan pada Gambar 1 adalah sebagai berikut:

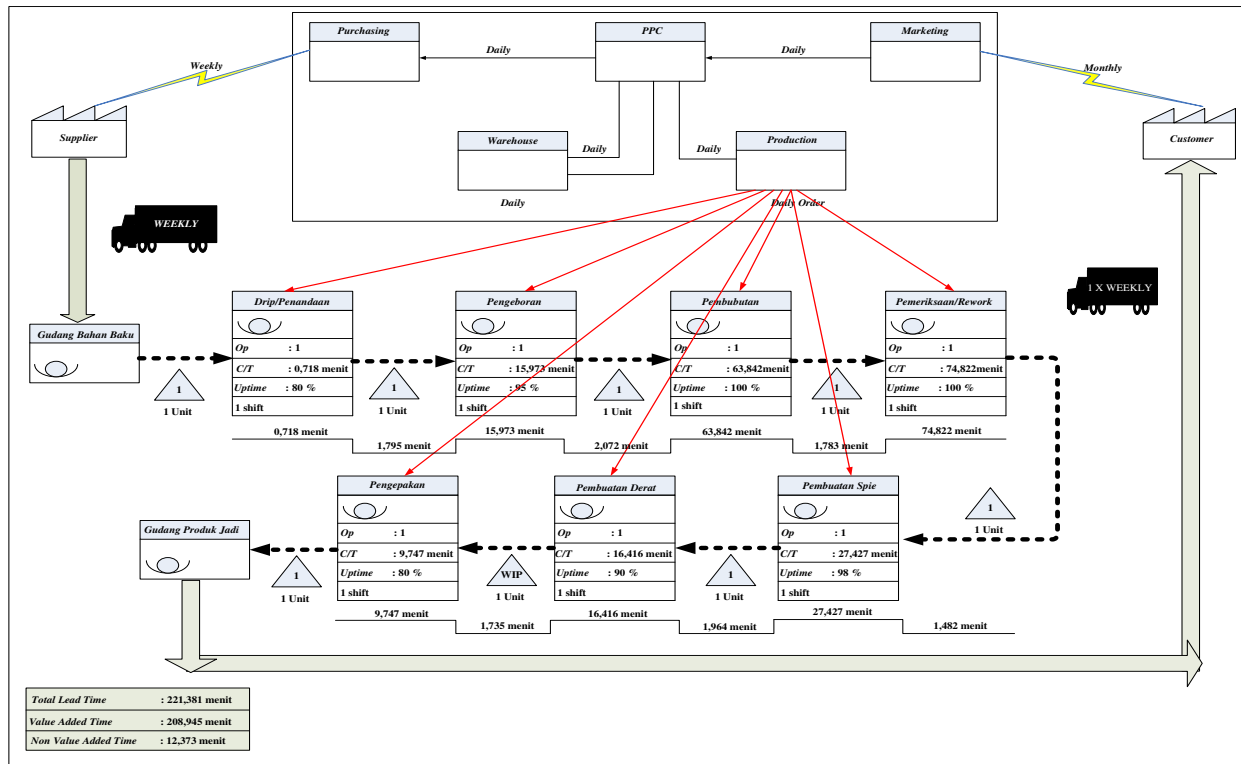
1. *Supplier* : Gudang bahan baku dan gudang peralatan
2. *Input* : Besi logam padat berbentuk *gear* silinder.
3. *Process* : Proses penandaan atau proses *drip* dengan batang baja yang dipukul dengan palu ke bahan baku, proses pengeboran pembuatan lubang, proses pelebaran lubang dengan mesin bubut, proses pembuatan *spie* dengan mesin sekrap, proses pembuatan lubang

derat dengan menggunakan mesin tap, proses pengepakan produk jadi.

4. *Output* : *Sprocket gear Rexton, Metric 160-2,56 in (65,02) Pitch, Simplex*.
5. *Customer* : Gudang produk jadi

4. Value Stream Mapping

Value Stream Mapping merupakan suatu penggambaran proses produksi perusahaan secara menyeluruh, dimana setiap proses yang terdapat di dalamnya dinilai apakah memberikan nilai tambah kepada pelanggan atau tidak. Gambar 2. Adalah *value stream mapping* produk *sprocket gear*.

Gambar 2. Value Stream Mapping Produksi Produk *Sprocket Gear Simplex*

Value Stream Mapping yang ditunjukkan pada Gambar 2 menjelaskan proses produksi perusahaan dengan waktu yang diperlukan untuk melakukan setiap proses produksi. Diperoleh bahwa total *lead time* selama 221,381 menit, *value added time* selama 208,945 menit, dan *non value added time* selama 12,373 menit.

3.2. Tahap Measure

1. Perhitungan Waktu Siklus

Perhitungan waktu normal dilakukan dengan mengalikan waktu siklus proses dengan *rating factor* (Rf) yang bertujuan untuk menyesuaikan kecepatan antara operator yang satu dengan operator lainnya, sehingga waktu yang diambil adalah waktu normal operator. Perhitungan waktu normal pada setiap proses yang menggunakan mesin adalah waktu siklus mesin ditambah dengan waktu muat operator pada mesin tersebut yang telah dikalikan dengan *rating factor*. Perhitungan waktu baku merupakan perhitungan waktu yang dibutuhkan oleh seorang operator untuk menyelesaikan satuan pekerjaannya dengan penambahan faktor *allowance* pada waktu normal. Contoh perhitungan waktu normal dan waktu baku pada proses kelima, yaitu proses pembuatan lubang awal pada mesin bor adalah sebagai berikut :

Faktor penyesuaian (*Rating Factor*) = 1
 Kelonggaran (*Allowance*) = 15%
 Waktu normal mesin (Wnm) = waktu siklus mesin rata-rata
 Waktu normal mesin (Wnm) = 14,260 menit
 Waktu normal muat (Wno) = Waktu muat rata-rata \times Rf
 $= 1,456 \times 1$
 $= 1,456$ menit

Maka, waktu normal untuk proses kelima adalah :
 Wn = Waktu normal mesin (Wnm) + Waktu normal muat

$= 14,260 + 1,456 = 15,716$ menit

Waktu baku mesin (Wbm) = Waktu normal mesin = 14,260 menit

Waktu baku muat (Wbo) = $Wno \times \frac{100}{100 - All}$
 $= 1,456 \times \frac{100}{100 - 15} = 1,713$ menit

Maka, waktu baku untuk proses kelima adalah :

Wb = Wbm + Wbo
 $= 14,260 + 1,713 = 15,973$ menit

Perhitungan waktu baku pada proses kelima setelah pengamatan pendahuluan dan dilakukannya perbaikan metode kerja diperoleh waktu selama 15,973 menit. Waktu ini didapatkan setelah menentukan lamanya waktu normal dan waktu muat yang berlangsung di rantai produksi dengan

memberikan nilai kelonggaran (*allowance*) pada masing-masing operator sebesar 15% yang telah ditetapkan dalam penelitian.

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Waktu Baku

Proses Ke-	Siklus Mesin Rata-Rata	Siklus Operator/Waktu Muat	Wbo	Wb
2	-	1,280	1,542	1,542
3	-	0,610	0,718	0,718
4	-	1,490	1,795	1,795
5	14,260	1,456	1,713	15,973
6	-	1,720	2,072	2,072
7	55,260	7,209	8,582	63,842
8	-	1,480	1,783	1,783
9	66,240	7,209	8,582	74,822
10	-	1,230	1,482	1,482
11	25,790	1,375	1,637	27,427
12	-	1,630	1,964	1,964
13	14,730	1,450	1,686	16,416
14	-	1,440	1,735	1,735
15	-	1,120	1,349	1,349
17	-	8,480	9,747	9,747

Tabel 2 menunjukkan hasil perhitungan dari waktu baku dari masing-masing proses produksi yang dilakukan di lantai produksi. Hal ini dilakukan untuk mengetahui berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk masing-masing proses produksi dalam melakukan satu kali proses produksi produk

2. Perhitungan Metrik *Lean*

Perhitungan metrik *Lean* terdiri atas perhitungan *manufacturing lead time*, *process cycle efficiency*, *process lead time* dan *process velocity*. Perhitungan metrik *Lean* dilakukan untuk mengetahui keadaan pabrik dari sudut pandang *Lean*. Setelah mengetahui keadaan dari pabrik melalui metrik *Lean*, maka akan diberikan usulan berdasarkan prinsip-prinsip *Lean* untuk memperbaiki keadaan pabrik tersebut. Tabel 3 menunjukkan hasil rekapitulasi dari perhitungan waktu baku dan urutan kerja perbaikan, hal ini dilakukan untuk mengetahui perhitungan metrik *lean* dalam memberikan usulan perbaikan proses produksi produk.

Pengukuran ini akan memberikan gambaran awal mengenai kondisi perusahaan sebelum diterapkan

Lean dan bila *Lean* telah diterapkan maka akan terlihat perubahan pada nilai yang lebih baik pada metrik-metrik ini, sehingga perbaikan dalam proses produksi dapat dilaksanakan.

Tabel 3. Urutan Proses Kerja dan Waktu Baku

Kegiatan-Kegiatan	Wb
Pemindahan bahan baku ke lantai produksi	1,542
Proses penandaan dengan batang baja (<i>drip</i>)	0,718
Pemindahan <i>part</i> ke mesin bor	1,795
Pembuatan lubang dengan mesin bor	15,973
Pemindahan <i>part</i> ke mesin pembubutan	2,072
Pelebaran lubang pada <i>part</i> dengan mesin bubut	63,842
Pemindahan <i>part</i> ke tahap pemeriksaan	1,783
Tahap pemeriksaan dan penambahan <i>bushing/rework</i>	74,822
Pemindahan <i>part</i> ke mesin sekrup	1,482
Pembuatan <i>spie</i> pada <i>part</i> dengan mesin sekrup	27,427
Pemindahan <i>part</i> ke mesin tap	1,964
Proses pembuatan lubang derat pada <i>part</i> dengan mesin tap	16,416
Pemindahan produk ke bagian pengepakan	1,735
Proses pengepakan produk secara manual	9,747
Total Manufacturing Lead Time	221,381

Dalam melakukan perhitungan nilai *process cycle efficiency*, yang harus dilakukan terlebih dahulu adalah pemisahan antara kegiatan atau proses kerja yang bernilai tambah berdasarkan sudut pandang konsumen dengan kegiatan dan proses kerja yang bernilai tambah secara bisnis atau tidak bernilai tambah sama sekali.

Tabel 4 mendeskripsikan rekapitulasi dalam pembagian *value added time* dan *non value added time* selama proses produksi produk berlangsung, dalam tabel tersebut menjelaskan proses produksi mana yang tidak menghasilkan nilai tambah dan proses produksi yang tidak menghasilkan nilai tambah, sehingga dapat mengurangi waktu siklus produksi yang terjadi di lantai produksi, dalam hal ini kegiatan yang tidak bernilai tambah dapat dieleminasi untuk mengurangi waktu siklus dari

proses produksi produk *sprocket gear*. Setelah mengetahui keadaan dari pabrik melalui metrik *Lean*, maka akan diberikan usulan berdasarkan prinsip-prinsip *Lean* untuk memperbaiki keadaan pabrik tersebut.

Tabel 4. Value-Added-Time dan Non Value Added Time

Kegiatan-Kegiatan	Value Added Time	Non Value Added Time
Pemindahan bahan baku ke lantai produksi	-	1,542
Proses penandaan dengan batang baja (<i>drip</i>)	0,718	-
Pemindahan <i>part</i> ke mesin bor	-	1,795
Pembuatan lubang dengan mesin bor	15,973	-
Pemindahan <i>part</i> ke mesin pembubutan	-	2,072
Pelebaran lubang pada <i>part</i> dengan mesin bubut	63,842	-
Pemindahan <i>part</i> ke tahap pemeriksaan	-	1,783
Tahap pemeriksaan dan penambahan <i>bushing/rework</i>	74,822	-
Pemindahan <i>part</i> ke mesin sekrup	-	1,482
Pembuatan <i>spie</i> pada <i>part</i> dengan mesin sekrup	27,427	-
Pemindahan <i>part</i> ke mesin tap	-	1,964
Proses pembuatan lubang derat pada <i>part</i> dengan mesin tap	16,416	-
Pemindahan produk ke bagian pengepakan	-	1,735
Proses pengepakan produk secara manual	9,747	-
Total Waktu	208,945	12,373

Process lead time adalah metrik *Lean* yang digunakan untuk mengetahui berapa lama waktu yang diperlukan untuk memproses sejumlah barang dari awal hingga selesai. Jumlah produk yang masih pada bulan Februari 2013 sebanyak 335 produk, maka jumlah produk di dalam proses yang harus di selesaikan pada bulan Maret 2013 adalah = 3050 – 335 = 2715 produk. Perhitungan *process lead time*

untuk memproduksi jumlah permintaan produk *sprocket gear* selama bulan Maret adalah sebagai berikut :

$$\text{Process Cycle Efficiency} = \frac{208,945}{221,381} \times 100\% =$$

94,38 %

$$\text{Ratarata Kecepatan Penyelesaian} = \frac{3050 \text{ unit}}{24 \text{ hari}}$$

=127,08 ≈ 128 unit/hari

$$\text{Process Lead Time} = \frac{2715 \text{ unit}}{127,08 \text{ unit/hari}}$$

=21,36 hari

$$\text{Process Velocity} = \frac{14 \text{ proses}}{21,36 \text{ hari}}$$

= 0,6553 proses/hari

Process velocity adalah kecepatan proses dalam memproduksi sejumlah barang dari awal hingga akhir. *Process velocity* yang diperoleh yaitu sebesar 0,6553 proses/hari.

Tabel sebelumnya menunjukkan perbedaan total waktu pada *value added time* dan *non value added time*. Hasil tersebut diperoleh dari data pengamatan waktu proses produksi secara langsung. Diperoleh waktu untuk *value added time* selama 208,945 menit dan *non value added time* selama 12,373 menit.

3. Pengolahan Data Kualitas Produk

Perhitungan data variabel kualitas dilakukan dengan membuat peta kendali untuk jenis kecacatan produk yang dapat diukur langsung. Peta kendali yang digunakan adalah diagram kontrol MEWMA (*Multivariate Exponential Weighted Moving Average*). Diagram kontrol MEWMA adalah peta kendali variabel yang digunakan untuk mengamati jenis kecacatan, di mana produk mengalami kecacatan lebih dari satu jenis kecacatan variabel dalam proses produksi produk. Diagram kontrol *Multivariate Exponentially Weighted Moving Average* (MEWMA) merupakan perluasan dari diagram kontrol EWMA yang digunakan untuk mendeteksi terjadinya perubahan mean proses dimana karakteristik kualitas yang dikendalikan lebih dari satu ($p > 1$). (Douglas C. Montgomery, 2005).

Langkah awal untuk membuat diagram kontrol MEWMA adalah melakukan perhitungan distribusi normal, yang bertujuan untuk memastikan data kecacatan variabel yang telah dikumpulkan, telah memenuhi syarat kenormalan data atau tidak.

Berdasarkan uji distribusi normal yang dilakukan pada pengumpulan data untuk setiap jenis kecacatan produk secara variabel hasil yang diperoleh data berdistribusi normal secara keseluruhan. Syarat yang harus dipenuhi dalam perhitungan diagram kontrol MEWMA (*Multivariate Exponentially Weighted Moving Average*) adalah data yang dikumpulkan harus berdistribusi normal, hal ini dilakukan untuk melihat kecacatan produk terjadi berdasarkan distribusi normal. Hasil rekapitulasi perhitungan dapat dilihat pada Tabel 5.

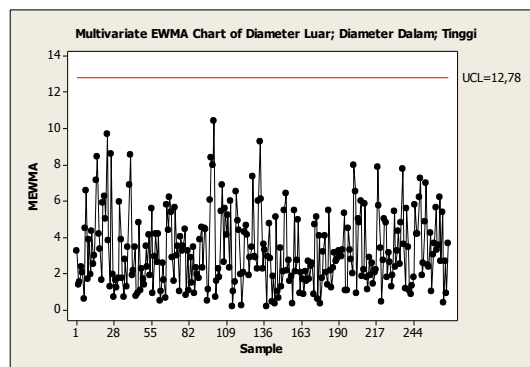
Tabel 5. Rekapitulasi Hasil Uji Kenormalan Data

Jenis Kecacatan	χ^2 hitung	χ^2 tabel	Keterangan
Diameter Luar (mm)	0,862	15,5073	Distribusi Normal
Diameter Dalam (mm)	0,806	15,5073	Distribusi Normal
Tinggi (mm)	0,727	15,5073	Distribusi Normal

Tabel 6. Hasil Perhitungan Deskriptif Karakteristik Kualitas

Keterangan	Data Variabel / Dimensi		
	Diameter Luar (mm)	Diameter Dalam (mm)	Tinggi (mm)
Min	104,00	64,20	28,50
Max	106,00	66,20	30,50
Median	105,00	65,31	29,56
Average	105,02	65,25	29,54
Varian	0,3464	0,3527	0,3388

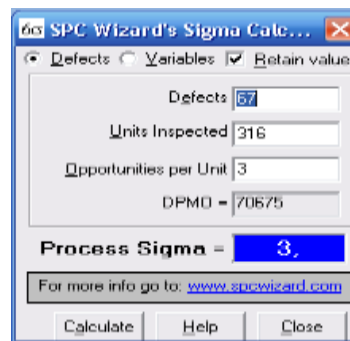
Tabel 6 merupakan hasil perhitungan data minimum, maximum, nilai median, nilai rata-rata dan nilai variansi berdasarkan pengumpulan data yang diperoleh. Perhitungan nilai-nilai tersebut dilakukan dengan bertujuan untuk menentukan diagram kontrol MEWMA (*Multivariate Exponential Weighted Moving Average*). Hasil perhitungan tersebut merupakan input dari diagram kontrol MEWMA.



Gambar 3. Diagram Kontrol MEWMA Sprocket Gear

Gambar 3 pada diagram kontrol MEWMA menunjukkan bahwa data kecacatan masih berada pada batas kontrol kecacatan variabel, hal ini menunjukkan bahwa semua jenis kecacatan dapat diperbaiki dengan melihat proses produksi yang sering mengalami gangguan, sehingga menyebabkan kecacatan variabel terjadi.

Perhitungan tingkat sigma dilakukan untuk menyatukan ukuran kualitas yang terjadi pada setiap tahap pemeriksaan, sehingga dapat dibandingkan tahap pemeriksaan mana yang berada dalam kondisi paling buruk. Selain itu, juga akan dilakukan perbaikan pada proses yang memiliki hasil tahap pemeriksaan yang paling buruk. Perhitungan tingkat sigma dilakukan dengan menggunakan *Software Calcute Sigma* pada Gambar 4.



Gambar 4. Perhitungan Tingkat Sigma dengan Calculate Sigma

Hasil perhitungan tingkat sigma pada tahap pemeriksaan dirangkum dalam Tabel 7.

Tabel 7. Perhitungan Tingkat Sigma untuk Tahap Pemeriksaan

Perhitungan Tingkat Sigma untuk Tahap Pemeriksaan	
DPMO	70.675,1055
Tingkat Sigma	3,00

Dari perhitungan tingkat sigma dengan menggunakan *Software Calcute Sigma* yang ditunjukkan pada Gambar 4 dan Tabel 7 diperoleh nilai sigma sebesar 3,00 sigma hal ini menunjukkan bahwa untuk setiap 1.000.000 kali produksi kemungkinan terjadinya kecacatan adalah 70.675,1055 \approx 70.675.

3.3. Tahap Analyze

Pada tahap *analyze* dilakukan pembuatan diagram perhitungan *Time Traps*, tabel *five why*, dan diagram sebab akibat yang dijadikan sebagai alat untuk menganalisis lebih lanjut hasil yang telah didapatkan pada tahap *Measure*.

1. Analisis Time Traps

Time traps adalah perangkat waktu yang terjadi pada proses produksi yang disebabkan oleh adanya waktu menunggu yang cukup lama sehingga memperpanjang waktu siklus dalam proses

produksi. *Workstation Turnover Time (WTT)* adalah waktu dari hasil penambahan waktu *set-up* dengan waktu proses. Contoh perhitungan *workstation turnover time* untuk proses pengeboran dengan mengetahui waktu setup dari masing-masing kegiatan produksi, yaitu :

$$WTT = \Sigma[(Setup\ Timei) + (Process\ Timei \times Batch\ Sizei)]$$

$$WTT = 5 + [15,973 \times (2715)] = 43371,695 \text{ menit.}$$

Perhitungan *time traps* dilakukan untuk mengetahui proses mana yang menyebabkan waktu menunggu yang cukup lama ataupun *workstation turnover time (WTT)* terpanjang sehingga dapat dianalisa penyebab-penyebabnya dan dapat diberikan usulan untuk perbaikan. Hasil perhitungan analisis *time traps* dapat dilihat pada tabel 8. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan cara yang sama pada perhitungan proses pengeboran.

Tabel 8. Perhitungan Workstation Turnover Time (WTT) Setiap Proses

Kegiatan-Kegiatan	Waktu Setup (menit)	Waktu Baku (menit/unit)	Jumlah Permintaan Produk	WTT (menit)
Pemindahan bahan baku ke lantai produksi	0	1,542	2.715	4186,530
Proses penandaan dengan batang baja (<i>drip</i>)	0	0,718		1949,370
Pemindahan <i>part</i> ke mesin bor	0	1,795		4873,425
Pembuatan lubang dengan mesin bor	5	15,973		43371,695
Pemindahan <i>part</i> ke mesin pembubutan	0	2,072		5625,480
Pelebaran lubang pada <i>part</i> dengan mesin bubut	10	63,842		173341,030
Pemindahan <i>part</i> ke tahap pemeriksaan	0	1,783		4840,845
Tahap pemeriksaan dan penambahan <i>bushing/rework</i>	7	74,822		203148,730
Pemindahan <i>part</i> ke mesin sekrup	0	1,482		4023,630
Pembuatan <i>spie</i> pada <i>part</i> dengan mesin sekrup	7	27,427		74471,305
Pemindahan <i>part</i> ke mesin tap	0	1,964		5332,260
Proses pembuatan lubang derat pada <i>part</i> dengan mesin tap	3	16,416		44572,440
Pemindahan produk ke bagian pengepakan	0	1,735		4710,525
Proses pengepakan produk secara manual	0	9,747		26463,105

Proses kerja yang menimbulkan *time traps* adalah proses kerja yang memiliki *work station turn over time* (WTT) terpanjang. Dari hasil perhitungan, diperoleh bahwa proses kerja yang menimbulkan *time traps* terpanjang, yaitu sebesar 203.148,730 menit adalah pada proses pemeriksaan dan penambahan *bushing/rework* yang dilakukan pada satu stasiun.

2. Tabel Five Why

Diagram *Five Why* merupakan suatu diagram yang digunakan untuk mengungkapkan akar dari permasalahan agar dapat diperbaiki dengan tepat dengan bertanya sebanyak lima kali mengapa ketika suatu ketidaksesuaian terjadi pada proses. Diagram

sebab akibat digunakan untuk menyelidiki akibat-akibat yang buruk dari suatu masalah untuk dicari solusinya atau akibat-akibat yang baik untuk dipelajari penyebab-penyebabnya karena setiap akibat selalu terdiri dari banyak penyebabnya. Prinsip yang digunakan dalam membuat diagram sebab akibat ini adalah prinsip *brainstorming*.

Berdasarkan data atribut kecacatan yang diperoleh, ketiga atribut kecacatan pada tahap inspeksi perlu dianalisis lebih lanjut yaitu sompel, goresan dan retak/ukuran yang tidak pas. Analisis yang dilakukan meliputi aspek manusia, aspek metode kerja, aspek lingkungan kerja, aspek mesin/peralatan, dan aspek material atau bahan baku. Analisa faktor penyebab kecacatan dapat dijelaskan pada Tabel 9.

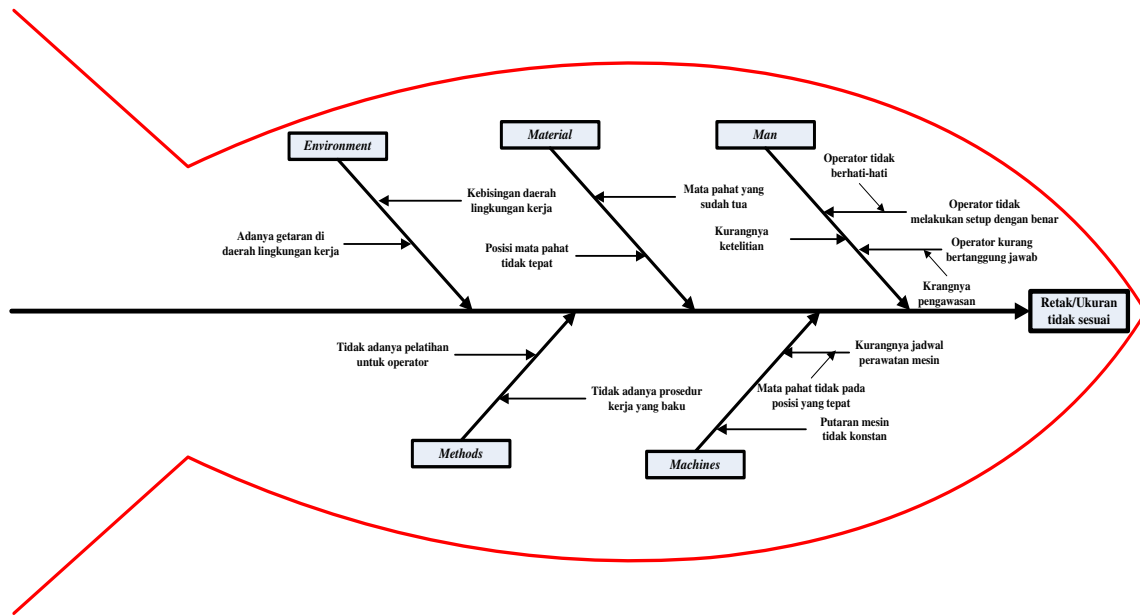
Tabel 9. Tabel Five Why

Masalah	Why	Why	Why	Why	Why
Produk sompel	Bahan baku tidak sesuai	Tidak adanya pengecekan pada bahan baku	Tidak adanya prosedur kerja yang baku	Kurangnya pengawasan	Posisi produk tidak pas
	Operator tidak melakukan <i>setup</i> dengan benar	Operator kurang bertanggung jawab	Operator kurang berhati-hati	Kebisingan di daerah lingkungan kerja	Mata pahat tidak sesuai
	<i>Supplier</i> bahan baku yang berbeda	Operator tidak berhati-hati saat peletakan produk	Operator tidak bertanggung jawab	Operator tidak berkonsentrasi dalam proses	Kurangnya perawatan mesin

3. Fishbone Diagram

Diagram sebab akibat (*Fishbone Diagram*) digunakan untuk menyelidiki akibat-akibat yang buruk dari suatu masalah untuk dicari solusinya atau akibat-akibat yang baik untuk dipelajari penyebab-penyebabnya karena setiap akibat selalu terdiri dari banyak penyebabnya. Pada dasarnya, prinsip yang digunakan untuk membuat diagram sebabakibat ini adalah prinsip *brainstorming*.

Gambar 5 menunjukkan Diagram sebab akibat untuk jenis kecacatan atribut dan variabel yang dapat disusun berdasarkan hasil diagram *pareto* dan berdasarkan pada Tabel *Five Why* sebelumnya dan analisis yang dilakukan adalah meliputi analisis manusia, lingkungan kerja, mesin/peralatan, metode kerja, dan bahan baku.



Gambar 5. Fishbone Diagram

3.4. Tahap Improve

Tahap *improve*, pendekatan yang dilakukan untuk mengurangi pemborosan (*waste*) pada proses produksi adalah penerapan manajemen tempat kerja dari segi *people*, *information*, dan dengan metode 5S (*Seiri/Sort*, *Seiton/Stabilize*, *Seiso/Shine*, *Seiketsu/Standardize*, dan *Shitsuke/Sustain*) yang akan dibahas pada bagian analisis.

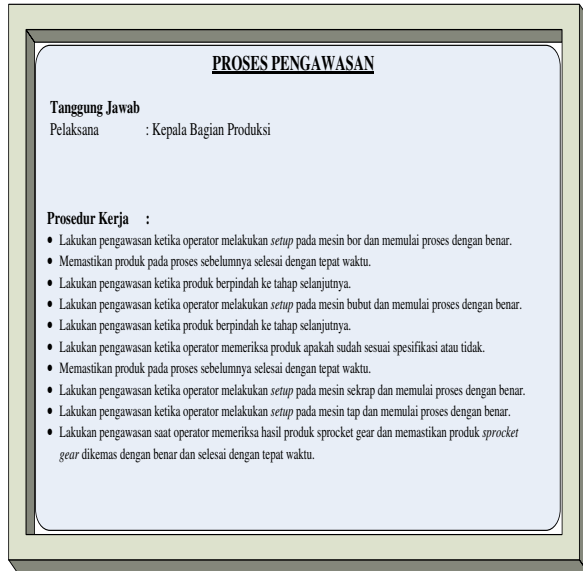
Usulan perbaikan yang diberikan adalah menjaga dan meningkatkan komunikasi antara pihak perusahaan dengan *supplier* dengan baik sehingga bahan baku yang diperoleh tidak bervariasi dan berkualitas baik.

3.5. Tahap Control

Dalam menjamin usulan-usulan perbaikan yang dibuat dapat berjalan dengan baik, maka perlu dibuatkan suatu prosedur kerja yang mengatur operator, mesin, dan metode dalam proses kerjanya. Pada proses produksi diketahui bahwa sumber kecacatan produk yang utama disebabkan oleh proses pembubutan. Kesalahan metode pada proses ini menyebabkan timbulnya produk cacat, dan jika operator pada bagian ini kurang teliti dalam memilah-milah produk yang *reject*, maka akan mengakibatkan timbulnya kecacatan produk yang tidak sedikit pada bagian *quality control*, sehingga diperlukan pemeriksaan kembali pada saat produk dikemas. *Standard Operating Procedures (SOP)* adalah pedoman yang berisi prosedur-prosedur operasional standar yang ada di suatu organisasi yang digunakan untuk memastikan bahwa setiap keputusan, langkah atau tindakan dan penggunaan

fasilitas pemrosesan yang dilaksanakan oleh orang-orang di dalam suatu organisasi agar berjalan secara efektif, konsisten, standar dan sistematis.

Usulan perbaikan dalam rantai produksi yang dilakukan berdasarkan perbaikan SOP proses kerja. Prosedur kerja usulan dari penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 6 yang merupakan prosedur kerja tambahan dari perbaikan proses produksi dari proses pengawasan di rantai produksi. Perbaikan ini juga dilakukan pada proses pembubutan dan proses pembuatan spie dengan menggunakan mesin sekrup. Hal ini dikarenakan kesalahan metode pada proses ini menyebabkan timbulnya produk cacat, dan jika operator pada bagian ini kurang teliti dalam memilah-milah produk yang *reject*, maka akan mengakibatkan timbulnya kecacatan produk yang tidak sedikit pada bagian *quality control*, sehingga diperlukan pemeriksaan kembali pada saat produk dikemas.



Gambar 6. Prosedur Kerja

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengolahan dan analisis data diperoleh beberapa kesimpulan yaitu :

1. Kegiatan *non-value-added* pada proses produksi sprocket gear terdiri terdiri atas 7 kegiatan, yaitu : pemindahan bahan baku ke lantai produksi = 1,542 menit, pemindahan *part* ke mesin bor = 1,795 menit, pemindahan *part* ke mesin pembubutan = 2,072 menit, pemindahan *part* ke tahap pemeriksaan = 1,783 menit, pemindahan *part* ke mesin sekrup = 1,482 menit, pemindahan *part* ke mesin tap = 1,964 menit, pemindahan produk ke bagian pengepakan = 1,735 menit. Serta proses menunggu (WIP) rata-rata selama 10,00 menit.
2. *Process cycle efficiency* setelah estimasi yaitu sebesar 95,96%. Nilai *process cycle efficiency* ini mempunyai nilai yang lebih besar dibandingkan dengan *process cycle efficiency* sebelum diestimasi yaitu 94,38%. Hal ini terjadi karena *non value-added time* mengalami pengurangan sehingga *total lead time* menurun, dimana *total lead time* pada urutan proses awal yaitu 221,381 menit dan pada urutan proses baru sebesar 217,740 menit, sedangkan *value added time* tetap yaitu sebesar 208,945 menit.
3. Persentase peningkatan kualitas baik secara atribut maupun kecacatan variabel yang mungkin dicapai perusahaan setelah melakukan *brainstorming* adalah 90% dengan kinerja kualitas sebesar 3,90 σ (sigma).

4. Perhitungan tingkat sigma perusahaan dengan pendekatan *Lean Six Sigma* metode DMAIC dalam produksi produk sprocket gear diperoleh nilai sigma sebesar 3,00 hal ini menunjukkan bahwa untuk setiap 1.000.000 kali produksi kemungkinan terjadinya kecacatan adalah $70.675,1055 \approx 70.675$.
5. Perhitungan diagram kontrol MEWMA diperoleh hasil bahwa data kecacatan variabel tersebar berdasarkan distribusi normal dan berada pada batas kontrol MEWMA dengan nilai ARL = 200 dan UCL = 12,78.

DAFTAR PUSTAKA

- Besterfield, Dale H. 1998. *Quality Control*. 5th Ed. New Jersey: Prentice Hall, Inc
- Dewayanti, Putu Witri, dkk. 2011. *Penerapan Diagram Kontrol Kombinasi MEWMA Pada Tahap Cutting Proses Produksi Pipa PVC*. ITS Surabaya : Jurusan Statistika FMIPA ITS.
- Gaspersz, Vincent. 2008. *The Executive Guide to Implementing Lean Six Sigma*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Ginting, Rosnani. 2007. *Sistem Produksi*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Hapsari, P. O. 2009. *Penerapan Diagram Kontrol MEWMA dan MEWMV Pada Proses Produksi Coca Cola 1,5L PT. Coca-Cola Bottling Indonesia Jawa Timur*. Surabaya. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Huh, Ich. 2010. *Multivariate EWMA Control Chart and Application to a Semiconductor Manufacturing Process*. Hamilton: McMaster University.
- Montgomery, Douglas C. 2005. *Introduction to Statistical Quality Control*. Fifth Edition. New York.N.Y. John Wiley and Sons : Arizona State University.
- Montgomery, Douglas C. 2009. *Introduction to Statistical Quality Control*. Sixth Edition. New York.N.Y. John Wiley and Sons : Arizona State University.
- Pyzdek, Thomas. 2002. *The Six Sigma Handbook*. Jakarta: Penerbit Salemba IV.
- Sinulingga, Sukaria. 2012. *Metode Penelitian. Edisi Kedua*. Medan: USU Press.
- Sulistiyawati, Sri dan Muhammad Mashuri. 2001. *Penerapan Diagram MEWMA Baru Pada Proses Blending Bagian Primary Di Sebuah Perusahaan Rokok Di Surabaya*. ITS Surabaya : Jurusan Statistik FMIPA.

- Sutalaksana. Iftikar Z. 2005. *Teknik Perancangan Sistem Kerja*. Bandung: Penerbit ITB.
- Walpole, R. E. 1997. *Pengantar Statistika*. Edisi ke-3. Jakarta : PT Gramedia Pustaka Utama.
- Wignjosoebroto. Sritomo. 1995. *Ergonomi. Studi Gerakan dalam Waktu*. Surabaya: PT Guna Widya.